

Étude et réalisation d'un faisceau de positons lents

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de positons lents
- III. Conversion positon/positronium

Conventions

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps

Notations propre au domaine des positons de basse énergie :

jargon	signification
e^+	positon
e^-	électron
Ps	positronium
\bar{X}	anti-X (X=p, H...)
\bar{H}^+	anti-ion H^-
eV	électron-volt ($=1.6e^{-19}$ J)
modération	forte réduction d'énergie par interaction dans la matière
MCP	Galette multi-canaux

irfu



saclay

Objectif Scientifique

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



Test **direct** du principe d'équivalence :

L'accélération conférée à un corps par un champ gravitationnel est indépendante de la nature du corps

Masse inertielle = Masse gravitationnelle

i r f u

cea

saclay

Objectif Scientifique

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps

Modèle : Newton !



$$\Sigma(\vec{F}) = m\vec{g}$$

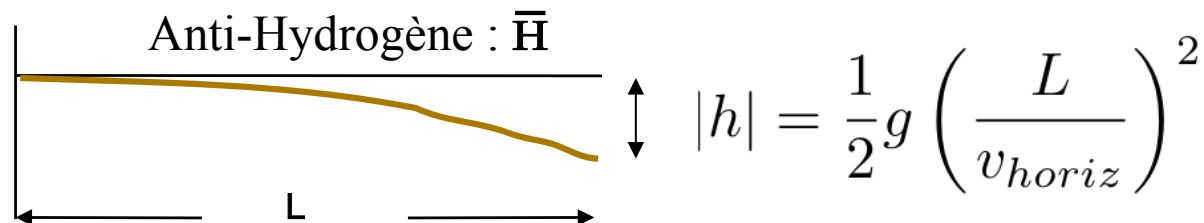
$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + z_0$$



irfu

cea

saclay

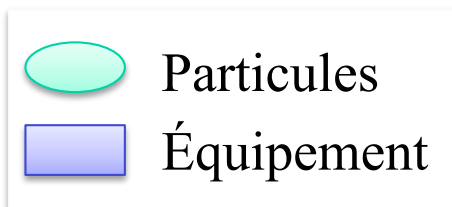


Chute libre : vol parabolique

Principe de la manip

Conventions

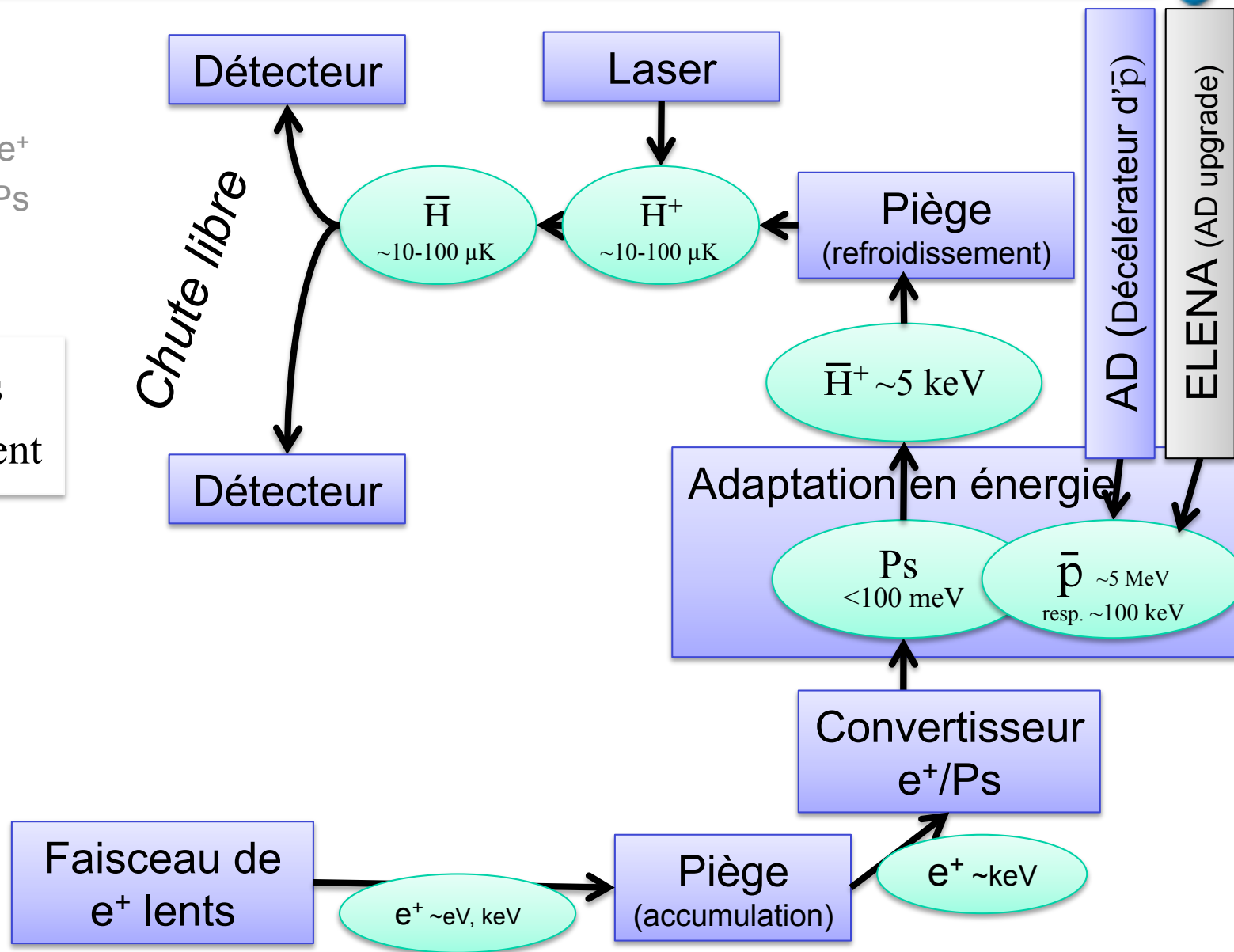
- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



irfu

cea

saclay



État d'avancement

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps

Études satisfaisantes sur
Le taux de conversion du Ps
Résultats connus pour
Le taux de modération
Le flux d' \bar{p}

Études en cours sur
Faisceau de e^+ lents
L'efficacité de stockage des e^+
Cible dense de Ps

Études futures sur
Refroidissement du \bar{H}^+
Éjection laser du e^+ restant

i r f u

cea

saclay

Conventions

I. Le projet Gbar

II. Le faisceau de positons lents

III. Conversion positon/positronium

i r f u

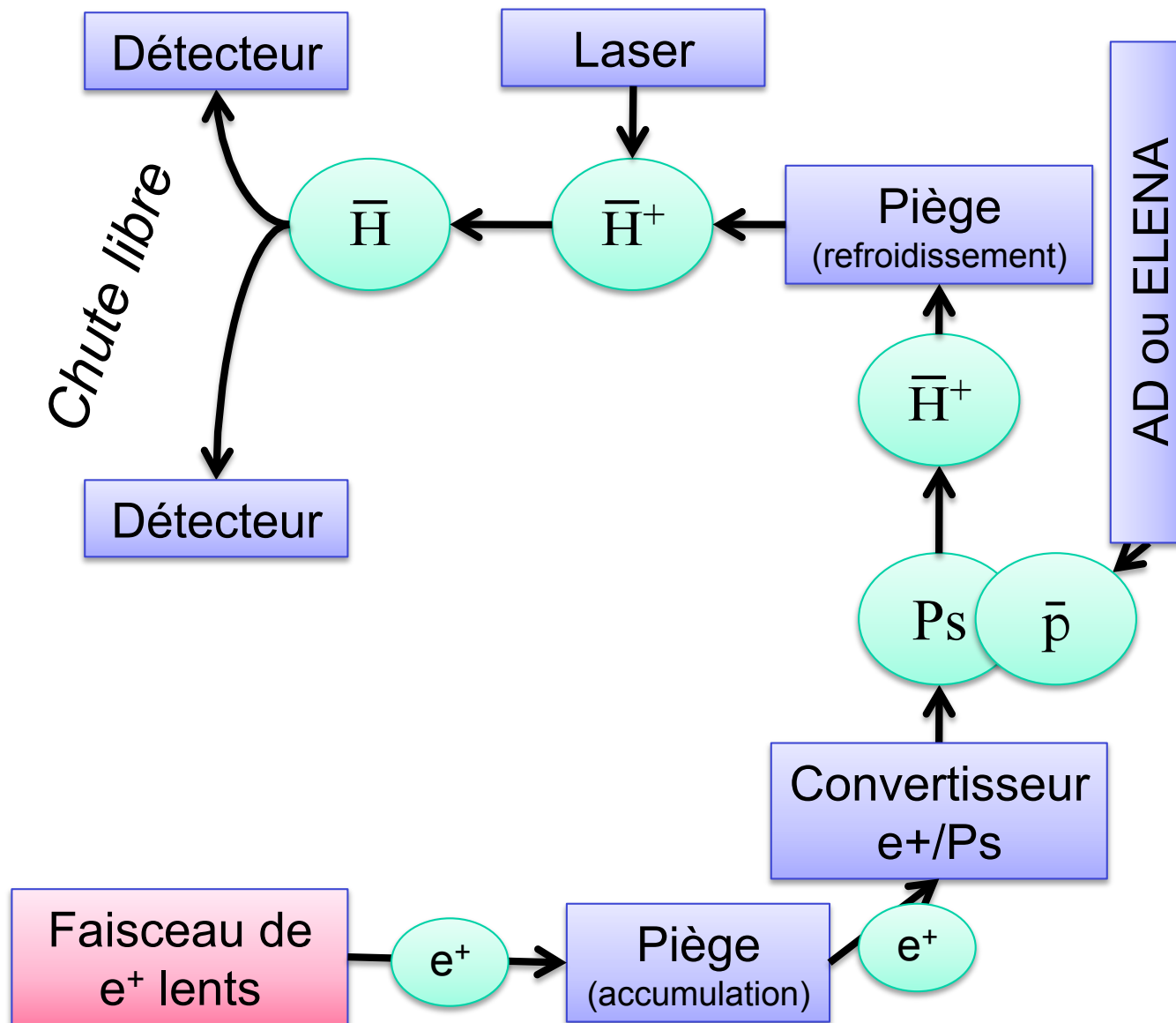
cea

saclay

Le faisceau de positons lents

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



irfu

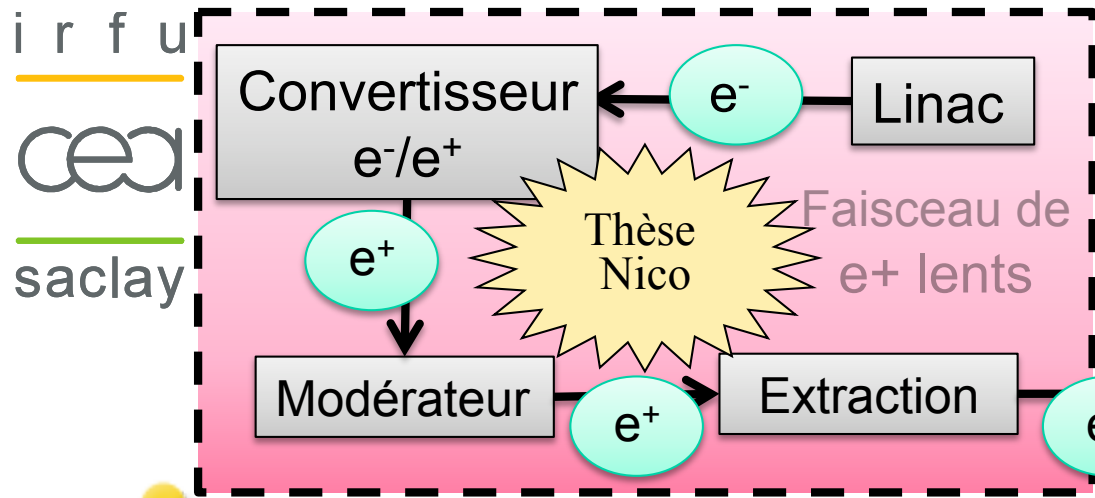
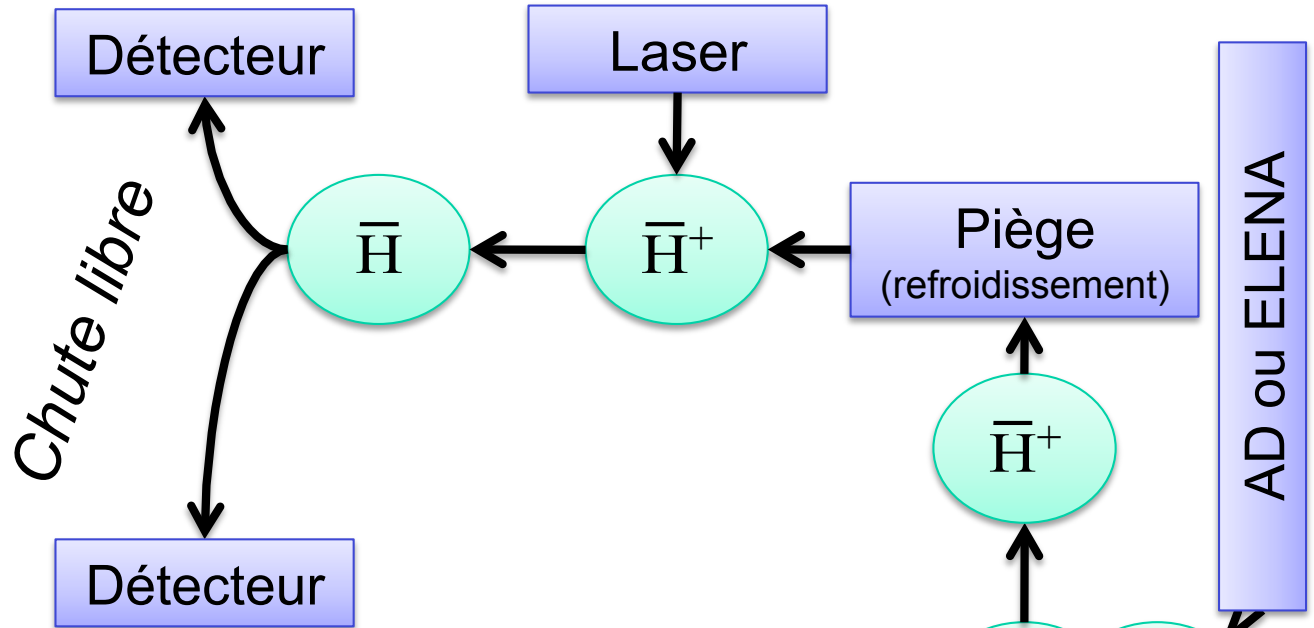
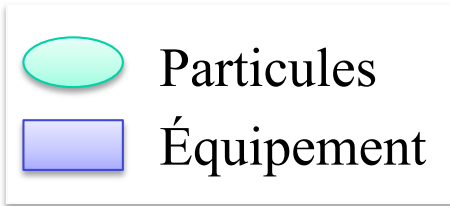
cea

saclay

Le faisceau de positons lents

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



irfu
cea
saclay

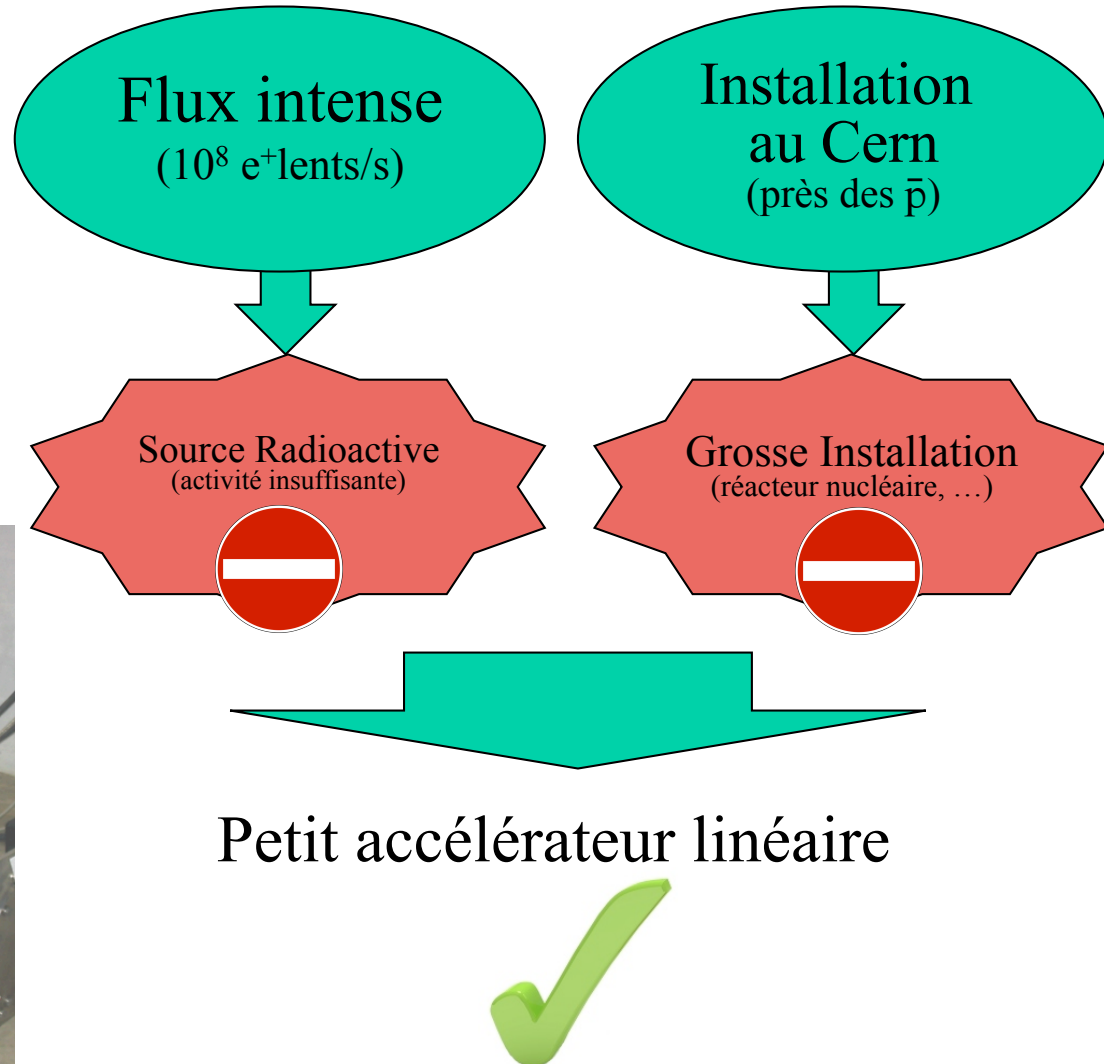
Le faisceau de positons lents à Saclay

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



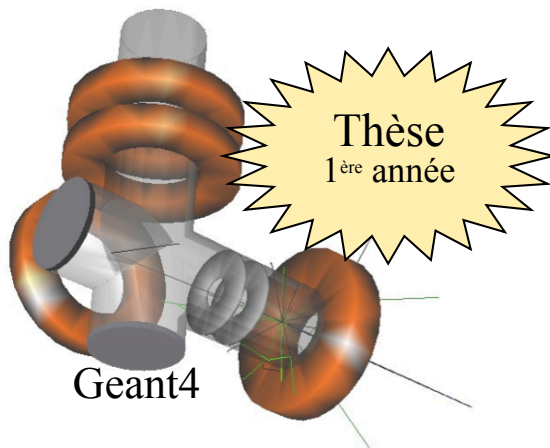
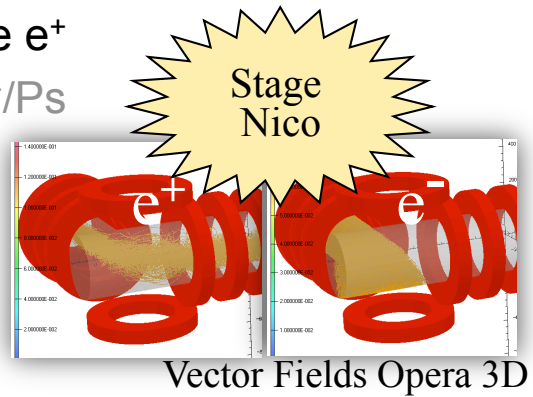
irfu
cea
saclay



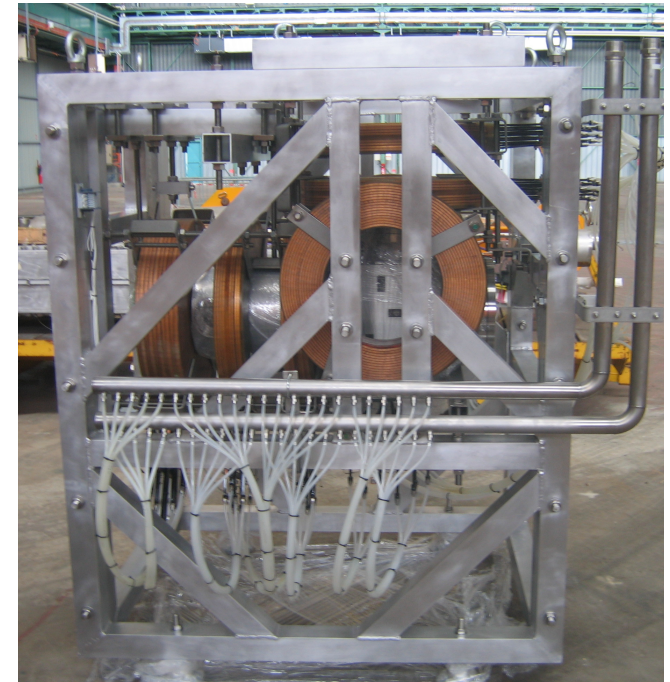
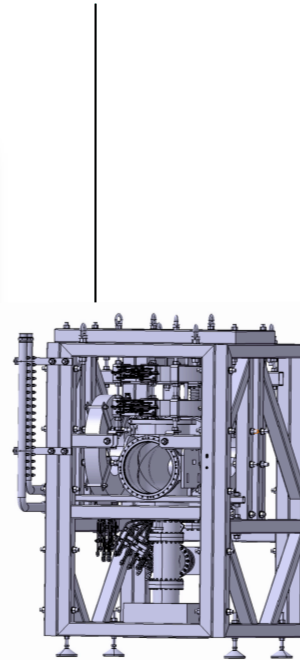
Le faisceau de positons lents à Saclay

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



Simulations



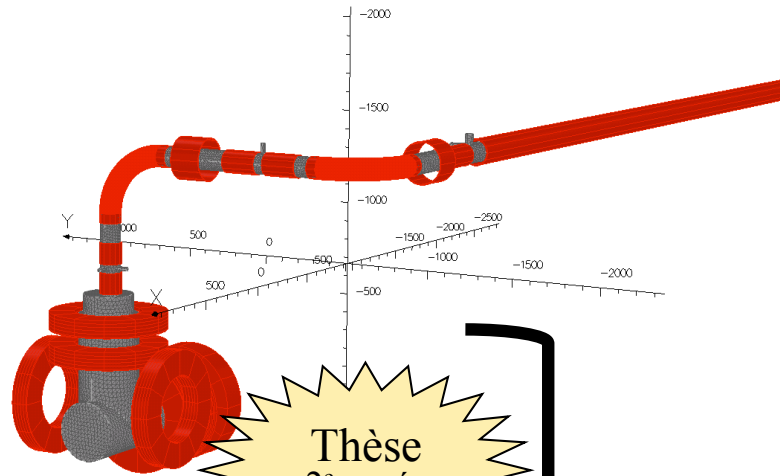
Réalité

irfu
cea
saclay

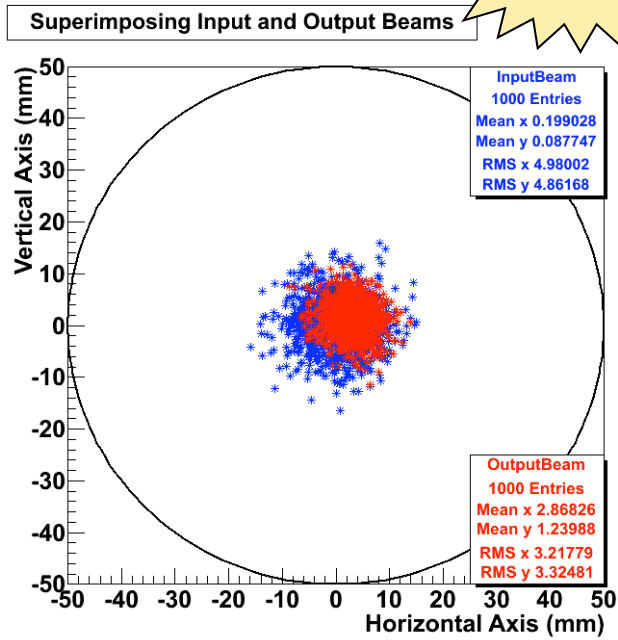
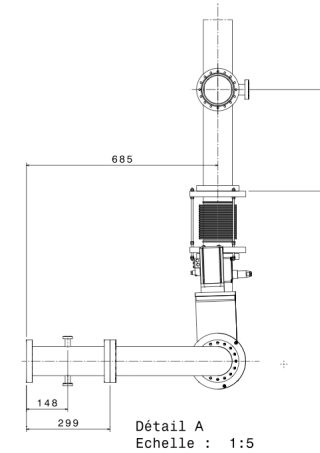
Le faisceau de positons lents à Saclay

Conventions

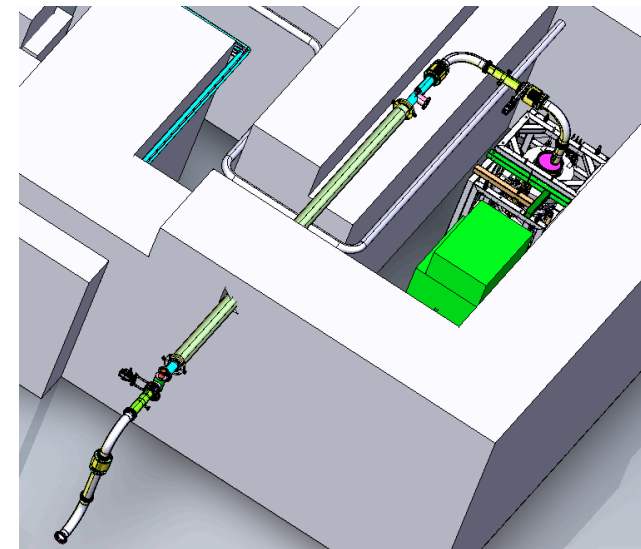
- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



Thèse
2^e année



irfu
cea
saclay

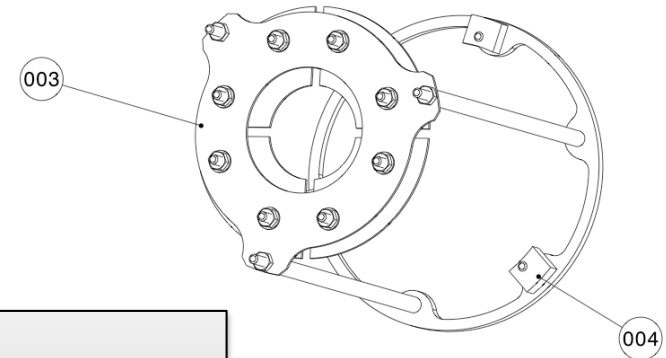
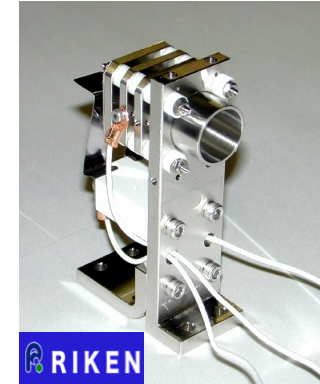


Montage, Mesure

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps

Thèse
3^e année



irfu
cea
saclay

Objectifs :

1. Mesure du flux de e^+ lents
2. Mesure physique ?

Montage, Mesure



Le bon expérimentateur
est créatif



Montage, Mesure



i r f u
—
cea
—
saclay

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de positons lents
- III. Conversion positon/positronium**

i r f u

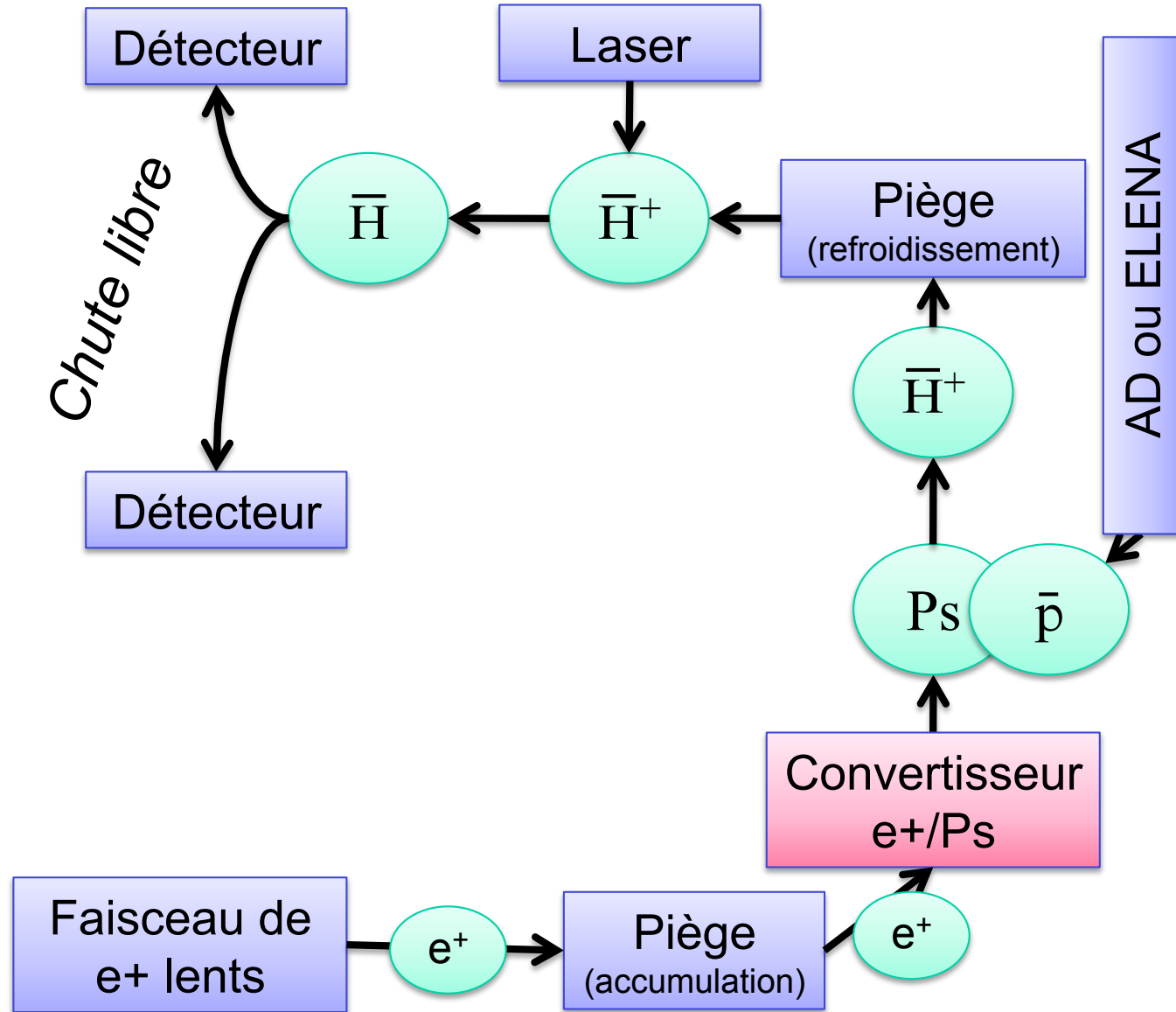
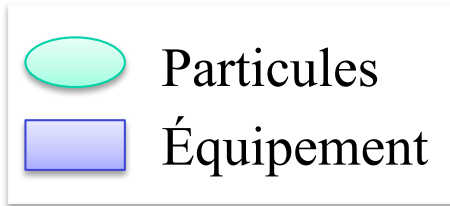
cea

saclay

Conversion e+ / Ps

Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e⁺
- III. Conversion e⁺/Ps



irfu

cea

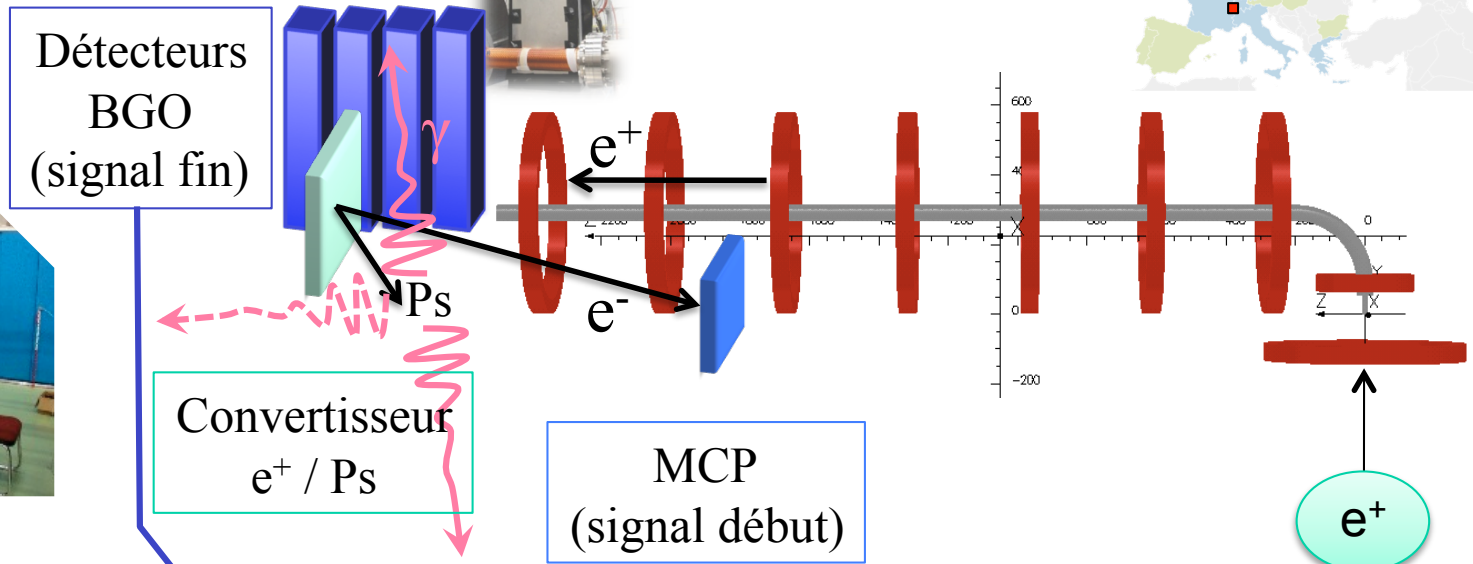
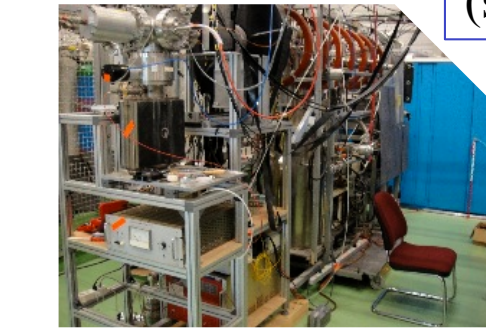
saclay

Faisceau de test du convertisseur (Cern)

Mesure du temps de vie du Ps

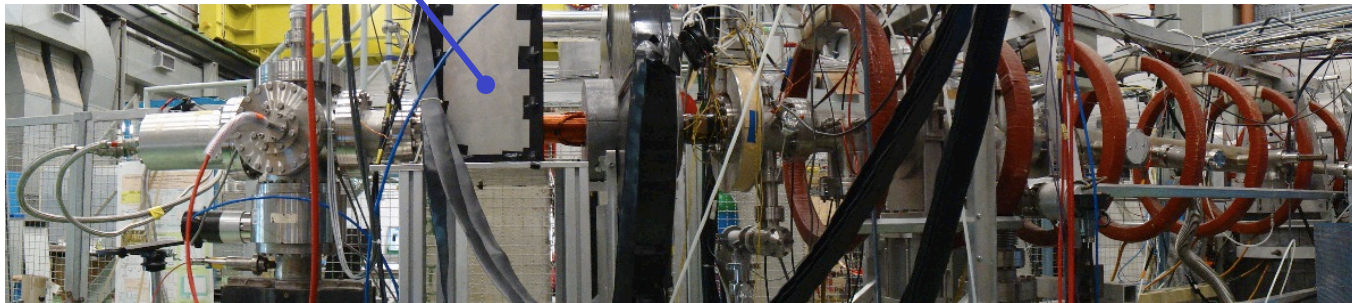
Conventions

- I. Le projet Gbar
- II. Le faisceau de e^+
- III. Conversion e^+/Ps



irfu

cea
saclay



Source
 ^{22}Na

ETH ZÜRICH

Faisceau de test du convertisseur

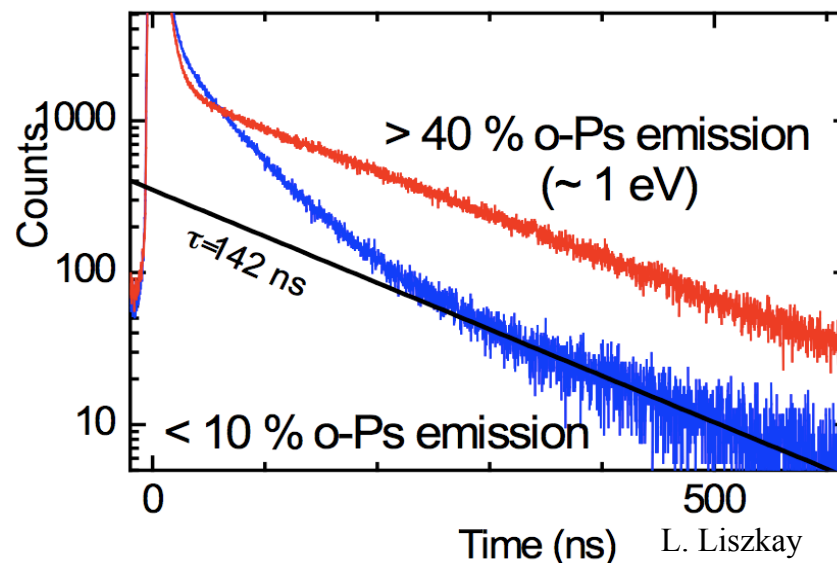
Conventions

I. Le projet Gbar

II. Le faisceau de e^+

III. Conversion e^+/Ps

1) Mesure d'un spectre de temps de vie du positronium :



Info sur le taux d'ortho-Ps (recherché)

irfu

cea

saclay

2) Mesure d'un spectre de temps de vol (distance constante)



Info sur l'énergie de réémission

Ce type de mesure pourra être réalisé à Saclay à haut flux une fois le faisceau mis en place



Conclusion

En ce moment :

1. Montage à Saclay
2. Mesures au Cern

Objectifs :

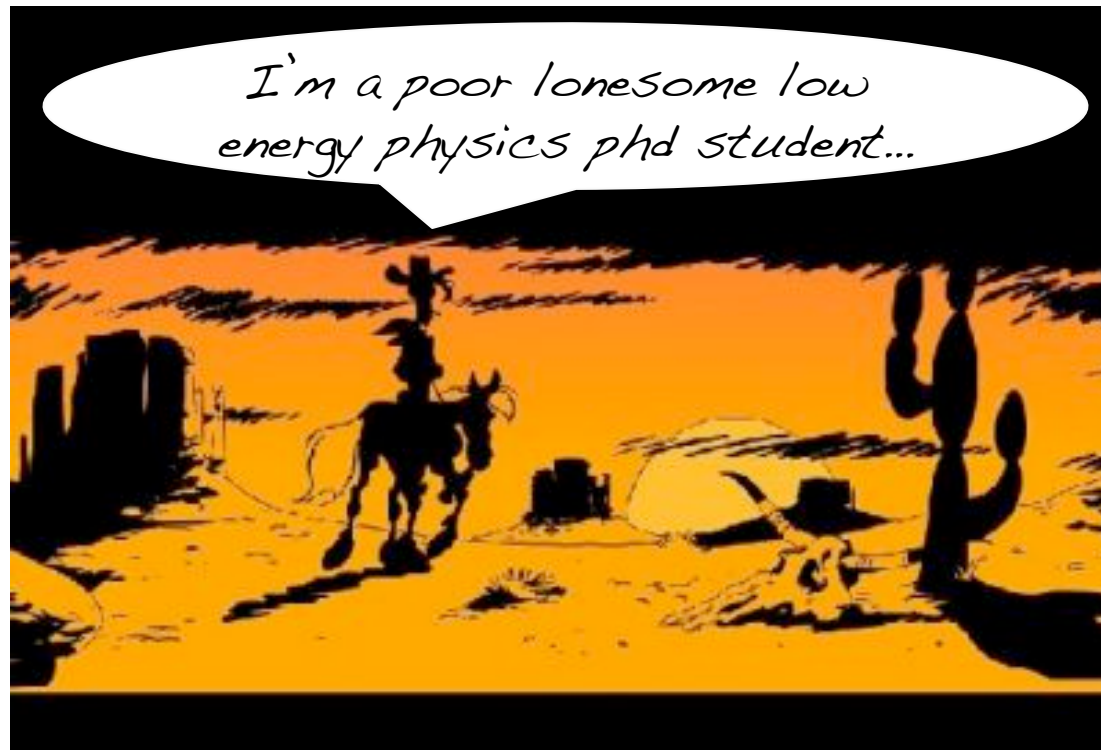
1. Obtenir un flux de positons 100 fois supérieur aux sources radioactives
2. Démarrer les mesures physiques avec le faisceau de Saclay

i r f u

cea

saclay

Merci pour votre attention !





Back up Slides

Cern setup
Efficiencies
Obtention \bar{H}^+
références pour l'anti gravité

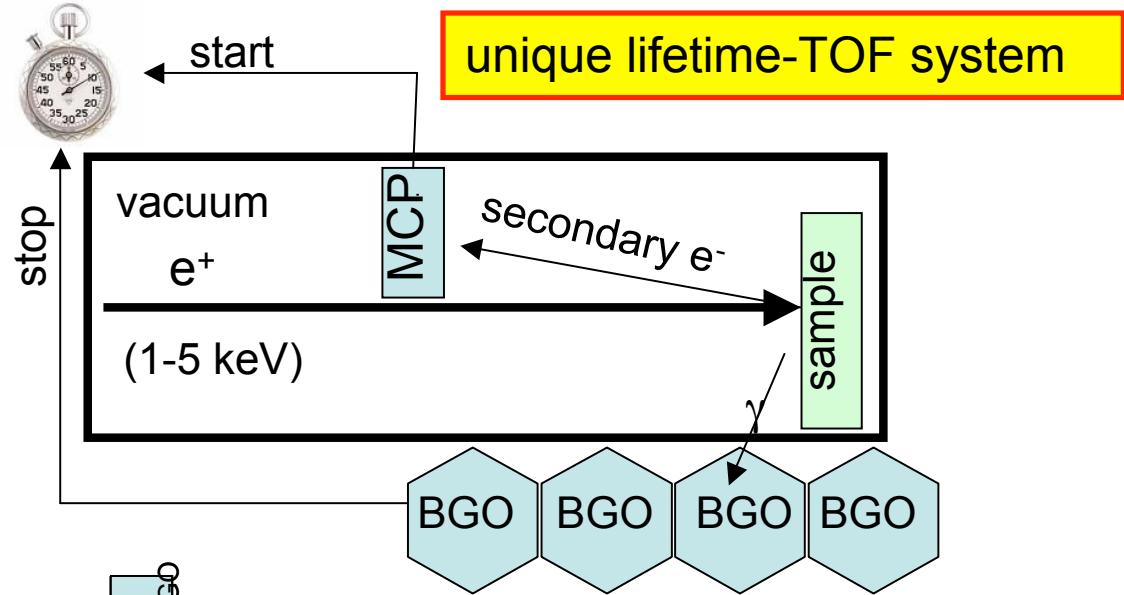
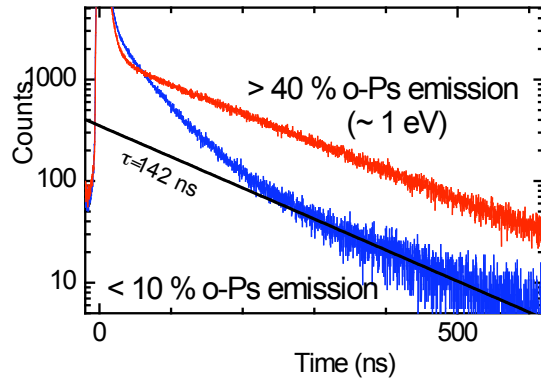
i r f u

cea

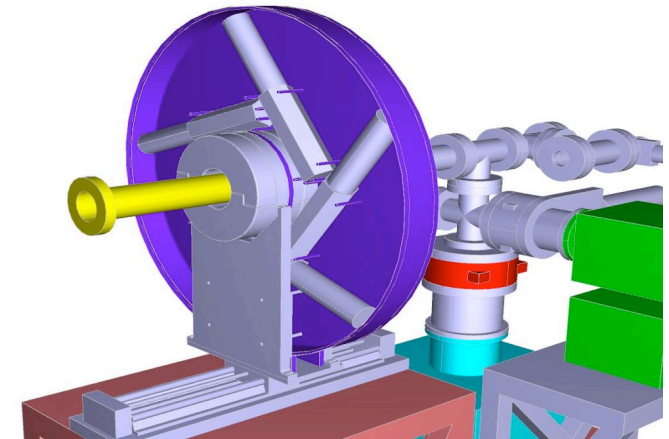
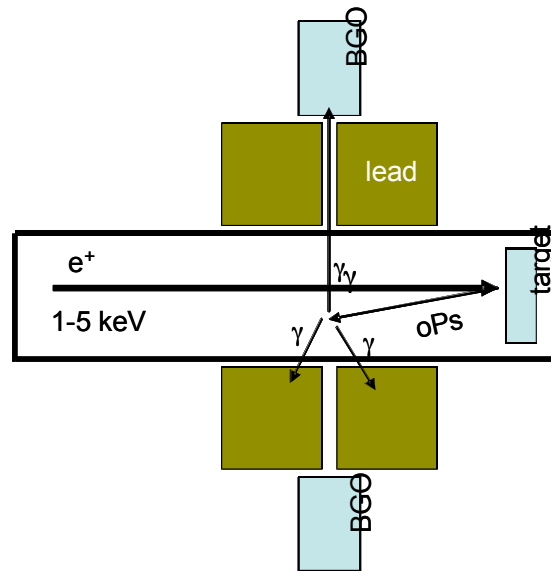
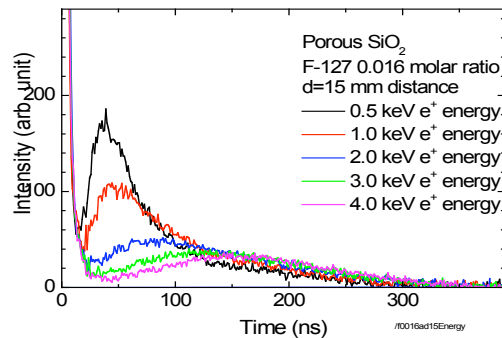
saclay

The CEA/IRFU-ETHZ slow positron beam-based positronium spectrometer at CERN

ortho-positronium lifetime spectrometer
(precise detection of emitted o-Ps)



ortho-positronium time-of-flight (TOF) spectrometer



Courtesy of László Liskay

Efficiencies

Electrons						
Linac frequency (Hz)	I _{e-} (mA)	I _{e-} /pulse (mA)	pulse length (s)	Ne ⁻ / pulse	Ne ⁻ (s ⁻¹)	
200	1.40E-01	1.75E+02	4.00E-06	4.38E+12	8.75E+14	
Positrons						
ε (e ⁻ → e ⁺)	ε (transport)	ε (moderation)	Ne+fast / pulse	Ne+ fast (s ⁻¹)	Ne+ slow / pulse	Ne+ slow (s ⁻¹)
1.50E-04	0.8	1.00E-03	5.25E+08	1.05E+11	5.25E+05	1.05E+08
Positron Storage						
ε (trapping)	accum. time (s)	Ne+ stored				
0.2	1200	2.52E+10				
Positronium						
ε (e ⁺ → Ps)	volume tube (cm ³)	Ps density (cm ⁻²)	ε (excitation)			
0.35	0.01	8.82E+11	10			
\bar{H}						
N \bar{p} / pulse	σ(\bar{p} +Ps → \bar{H})	σ(\bar{H} +Ps → \bar{H}^+)	N \bar{H}	N\bar{H}^+		
1.00E+07	1.00E-15	1.00E-16	8.82E+04	7.78E+00		

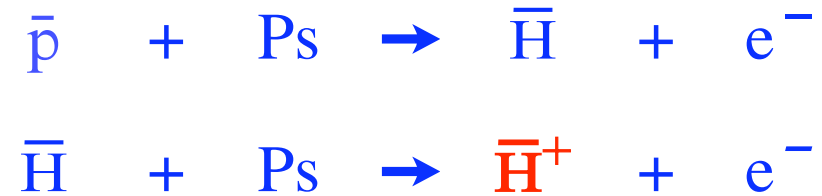
↑
every 20 minutes pulse

Antihydrogen ion formation

Standard production



\bar{H}^+ Formation



irfu

cea

saclay

références pour l'anti gravité

79

Scherk

91

Nieto

Goldman

97

Chardin